Anleitung zum Gebrauch des ARISTO-Rechenschiebers für Temperaturstrahlung Nr. 10048

später 922

Literatur: M. Czerny: Ein Hilfsmittel zur Integration des Planckschen Strahlungsgesetzes. Physik. Ztsch. 45 (1944) 205 - 206.

Man kann das Plancksche Gesetz der schwarzen Strahlung

$$E = C_1 \int_0^\lambda \frac{\lambda^{-5}\, d\lambda}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \quad \text{mit } z = \frac{c_2}{\lambda T} \text{ umformen zu:}$$

$$E = \frac{6}{\pi} T^4 \cdot \int_z^\infty \frac{15}{\pi^4} \frac{z^3\, dz}{e^z - 1} = Q \cdot W(z)$$

Dabei stellt $Q = \frac{6}{\pi} T^4$ die Intensität der Gesamtstrahlung,[1] $W(z)$ die Verteilung der Gesamtstrahlung auf das Spektrum dar.

Wenn man eine bestimmte Temperatur ins Auge faßt, gibt die Verteilungsfunktion $W(z)$ an, welcher Teil der Gesamtstrahlung im Intervall von $\lambda = 0$ bis $\lambda = \frac{c_2}{zT}$ liegt.

Um nun die Anwendung des Rechenschiebers kennen zu lernen, wählen wir uns ein übersichtliches Beispiel:

Man kann die Sonne angenähert als schwarzen Strahler betrachten. Ihre Temperatur beträgt etwa 5700° K.

a) Wie groß ist die Intensität der Gesamtstrahlung $Q = \frac{6T^4}{\pi}$?

b) Bei welcher Wellenlänge liegt die Stelle maximaler Intensität?

c) Wieviel Prozent der Intensität liegen im sichtbaren Gebiet (0,41 - 0,72μ)?

Man zieht die Zunge des Rechenschiebers soweit nach rechts heraus, bis die Temperatur 5700° K der oberen Skala (T) sich unter der Einstellmarke T des Stab-Körpers befindet. Dann hat man nur noch abzulesen:

- 2 -

a) Auf der mittleren Zungenskala, direkt unter der eingestellten Temperatur, die Intensität der Gesamtstrahlung $Q \approx 1700$ Watt/cm^2.

b) Ueber dem Ablesepfeil "Max." des Stab-Körpers auf der unteren Zungenskala (λ): die Wellenlänge des Intensitätsmaximums $\lambda = 0{,}51\mu$.

c) Auf der auf dem Stab-Körper angebrachten Teilung für $W(z)$ unterhalb von $\mu = 0{,}72$ für $W\ (0<\lambda<0{,}72\mu) = 50\%$
" " $\mu = 0{,}41$ " $W\ (0<\lambda<0{,}41\mu) = 13\%$

Die Intensität im sichtbaren Gebiet beträgt also

$$W\ (0{,}41\mu<\lambda<0{,}72\mu) = 37\%$$

Es wird dem Benutzer des Rechenschiebers nicht schwer fallen, anhand dieses einen Beispieles auch umgekehrt z.B. aus der gemessenen Wellenlänge eines Intensitätsmaximums die zugehörige Strahlungstemperatur zu berechnen.

1) Der Faktor $1/\pi$ im letzten Ausdruck fällt weg, wenn man die Ausstrahlung in den halben Raum unter Berücksichtigung des Cosinusgesetzes berechnet.